Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 3, Fall 2020, p. 323-335

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹، ص. ۳۳۵-۳۲۳

مقاله علمی- پژوهشی

بررسی تأثیر نانوذرات سلنیوم بر عملکرد، وضعیت آنتی اکسیدانی، فراسنجه‌های خونی و پایداری اکسیداتیو تخم مرغ در مرغان تخم‌گذار

امیرحسین شفیعی[1]- مختار فتحی[2*]- تیمور تنها[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۳

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر نانوذرات سلنیوم بر فراسنجه‌های خونی و متابولیت‌های زرده در مرغ‌های تخمگذار انجام شد. این آزمایش با ۱۶۰ قطعه مرغ تخمگذار هایلاین W36 در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار، ۴ تکرار و ۱۰ پرنده در هر واحد آزمایشی صورت پذیرفت. جیره‌های آزمایشی شامل: جیره شاهد و سطوح ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم بود. فراسنجه‌های درصد تولید تخم‌مرغ، وزن تخم‌مرغ، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک نیز برای کل دوره آزمایشی محاسبه شد. متابولیت‌های سرم خون مورد آزمایش شامل: تعیین میزان مالون دی آلدئید، کلسترول تام، تری گلیسرید تام، آسپارتات آمینوترنسفراز، آلانین ترنسفراز و آنتی اکسیدان تام بود. متابولیت‌های زرده تخم مرغ مورد آزمایش شامل: تعیین میزان غلظت سلنیوم زرده و سطح مالون دی آلدئید چربی‌های زرده بود. نتایج نشان داد اضافه نمودن نانوسلنیوم سبب افزایش درصد تولید تخم‌مرغ و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد. سطوح مختلف نانوسلنیوم تاثیر معنی‌داری بر میزان مالون‌دی‌آلدئید، کلسترول، تری‌گلیسرید، فعالیت آنزیم‌های آسپارتات آمینوترنسفراز و آلانین آمینوترنسفراز سرمی نداشتند. سطح ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم سبب بیشترین میزان سلنیوم در زرده نشان داد. ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم به طور منحنی با افزایش سطح نانوسلنیوم تا ۰/۳ میلی گرم افزایش ولی در سطح ۰/۵ میلی کاهش یافت. میزان پروکسیداسیون چربی‌های زرده تحت تأثیر مدت نگهداری و تیمارهای آزمایشی قرار گرفت به طوری که سطح ۰/۲ و ۰/۳ میلی گرم نانوسلنیوم سبب کاهش معنی‌دار مالون دی آلدئید تخم مرغ در روز اول و ۱۵ روز بعد از تخمگذاری شد.

واژه‌های کلیدی: پایداری اکسیداتیو تخم مرغ، عملکرد، فراسنجه خونی، مرغ تخمگذار، نانوسلنیوم، وضعیت آنتی‌اکسیدانی.

مقدمه

سلنیوم یک عنصر معدنی کم نیاز و ضروری است که در سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بدن به عنوان یک عامل مشترک در گلوتاتیون پراکسیداز تا حذف هیدروپراکسیدها برای محافظت غشای سلولی از آسیب های اکسیداتیو نقش دارد و برای کاهش اثرات منفی استرس اکسیداتیو مؤثر است. تقریبا ۴۰ تا ۵۰ درصد از سلنیوم کل بدن در گلوتاتیون پراکسیداز قرار دارد علاوه بر این، امروزه علاقه زیادی برای غنی‌سازی منابع غذایی انسان با اسیدهای چرب امگا-۳ افزایش یافته است. اما حساسیت بسیار زیاد این اسیدهای چرب غیراشباع به فساد اکسیداتیو سبب شده لزوم استفاده از منابع آنتی‌اکسیدانی بیش از پیش نمایان شود. با توجه به اثرات آنتی اکسیدانی سلنیوم، غنی‌سازی تخم-مرغ با سلنیوم مورد توجه بسیاری از محققین واقع شده است. علاوه براین، مکمل‌سازی جیره مرغ تخم‌گذار با منابع مختلف سلنیوم موجب افزایش مدت زمان ماندگاری تخم در شرایط انباری شده، خطر تشکیل پراکسیدها را کاهش می‌دهد و موجب بهبود کیفیت تخم مرغ می‌شود. به علاوه غنی سازی تخم مرغ با سلنیوم در بعضی نقاط جهان مانند چین که کمبود سلنیوم اثرات بیماری‌زایی مشهود است، می‌تواند احتیاجات این عنصر را در تغذیه انسان برآورده سازد (۱۵).

مکمل سلنیوم به دو شکل معدنی و آلی وجود دارد. سلنیت سدیم متداولترین شکل سلنیوم معدنی است. به تازگی استفاده از نانوذرات سلنیوم نیز به دلیل قابلیت زیست فراهمی بالاتر و سمیت کمتر نسبت

۱- فارغ التحصیل علوم دامی. گروه کشاورزی. دانشگاه پیام نور. تهران.ایران.
۲- استادیار علوم دامی. گروه کشاورزی. دانشگاه پیام نور. تهران.ایران.
(*- ایمیل نویسنده مسئول: Email: fathi_mokhtar@yahoo.com)
DOI:10.22067/ijasr.v12i3.79464

به اشکال معدنی و آلی سلنیوم توجه بیشتری را به خود جلب کرده است (۴۰، ۴۴). برخی مطالعات نشان داد که نانو ذرات سلنیوم اثرات قابل توجهی در فعال کردن سلنوآنزیم ها در مقایسه با سلنیت، سلنومتیونین ومتیل سلنوسیستئین داشته و اثرات سمی بسیار کمتر است. علاوه بر این ذرات نانوسلنیوم توانایی بالاتری نسبت به شکل سلنیت سدیم در انتقال به فرآورده های دامی از قبیل شیر و گوشت و تخم مرغ دارند. همچنین نشان داده‌اند که اثرات نانوسلنیوم در افزایش میزان فعالیت گلوتاتیون اس-ترانسفراز و کاهش اثرات سمی در حیوانات آزمایشگاهی موثرتر از منابع آلی سلنومتیونین بود. نانو ذرات سلنیوم محلول که دارای رنگ قرمزروشن است، بسیار پایدار بوده و به دلیل بالا بودن سطح مقطعی، دارای سطح بالایی از فعالیت بوده و کارآیی کاتالیتیکی بالایی نیز دارند. این ذرات همچنین کارآیی جذب بسیار بالایی دارند (۱۴، ۲۶، ۳۷، ۴۰ و ۴۴).

تحقیقات بسیاری نشان می‌دهدکه میزان و منبع سلنیوم مورد استفاده در جیره در میزان انتقال آن به تخم مرغ مؤثر است. پاین و همکاران (۲۸) گزارش نمودند که مقدار سلنیوم تخم مرغ با افزایش سطوح سلنیوم جیره به طور خطی افزایش یافت، اما مقدار سلنیوم تخم مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه شده با مخمر غنی از سلنیوم نسبت به مرغ‌های تغذیه شده با سلنیت سدیم بیشتر بود. تحقیقات دیگری بر روی غلظت سلنیوم کل تخم مرغ هنگام افزودن سلنیوم به جیره انجام گرفته است و بسیاری از محققان گزارش کرده‌اند که با افزایش سطح سلنیوم در جیره مقدار آن در تخم مرغ افزایش یافته است (۶، ۱۱ و ۱۲). کانتور و همکاران (۶) نیز گزارش کردند که غلظت سلنیوم کل تخم مرغ، زرده و سفیده همگی در مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه شده با سلنومتیونین در مقایسه با سدیم سلنیت بیشتر است. همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که افزودن سلنیوم آلی به جیره مرغهای تخمگذار تجاری، غلظت سلنیوم را در زرده و سفیده تخم مرغ به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد.

بنابراین با توجه اثرات سودمند نانوسلنیوم در مقایسه با اشکال معدنی و آلی سلنیوم، هدف اصلی از اجرای این تحقیق بررسی تعیین سطح مناسب نانوذرات سلنیوم بر عملکردی تولید، وضعیت آنتی-اکسیدانی پلاسما و پایداری اکسیداتیو تخم‌مرغ در مدت نگهداری در انبار بود.

مواد و روش‌ها

پرندگان و جیره آزمایشی

این آزمایش با ۱۶۰ قطعه مرغ تخمگذار هایلاین W36 از سن ۳۰ هفتگی و به مدت ۸ هفته در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار، ۴ تکرار و ۱۰ پرنده در هر واحد آزمایشی به مدت ۸ هفته در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت پذیرفت. برنامه نوردهی سالن بر اساس راهنمای پرورش نژاد هایلاین W36، برنامه نوری شامل ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. خوراک و آب به صورت آزاد در اختیار پرندگان آزمایشی قرار گرفت به طوری که روزانه ۹۳ تا ۱۰۸ گرم خوراک در دانخوری‌ها توزیع گردید.

جیره آزمایشی پایه بر مبنای ذرت و سویا، با انرژی قابل متابولیسم و پروتئین خام یکسان و بر اساس نیازهای تغذیه‌ای توصیه شده در راهنمای مدیریت تجاری مرغ تخم‌گذار های‌لاین W36 (۲۰۱۶)، با استفاده از مواد خوراکی رایج تنظیم شد. اجزای غذایی جیره پایه در جدول۱ نشان داده شده است. نانوسلنیوم مورد استفاده در این تحقیق، از مارک تجاری ایران نانومتریال با درجه خلوص ۹۹/۹۹ درصد بود. اندازه ذرات سلنیوم در دامنه ۴۵-۱۰ نانومتر به فرم مایع قرمز رنگ به غلظت یک گرم در لیتر بود.

خوراک هر تیمار به صورت هفته‌ای تهیه و مکمل معدنی فوق به صورت دستی به جیره پایه اضافه، به طور یکنواخت مخلوط و در اختیار پرندگان آزمایشی قرار گرفت. جیره‌های تغذیه‌ای مورد آزمایش در این مطالعه شامل: ۱ـ جیره پایه (حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل معدنی سلنیوم) ۲ـ جیره پایه به همراه ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم ۳ـ جیره پایه به همراه ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم ۴ـ جیره پایه به همراه ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم بود.

صفات مورد مطالعه

در این مطالعه به منظور بررسی میزان تأثیرگذاری سطوح مختلف نانوسلنیوم بر صفات درصد تولید تخم مرغ، توده تخم مرغ تولیدی، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک برای کل دوره آزمایشی محاسبه گردید.

صفاتی که پس از اتمام دوره آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفتند شامل: متابولیت‌های سرم خون و متابولیت‌های زرده بود. متابولیت‌های سرم خون مورد آزمایش شامل: تعیین میزان مالونی دی آلدئید، کلسترول تام، تری گلیسرید تام، آسپارتات آمینوترنسفراز، آلانین ترنسفراز و آنتی اکسیدان تام بود. متابولیت‌های زرده تخم مرغ مورد آزمایش شامل تعیین میزان غلظت سلنیوم زرده و عدد پرواکسید چربی‌های زرده بود.

در پایان دوره آزمایشی، به منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی، به صورت کاملاً تصادفی از هر واحد آزمایشی تعداد ۲ قطعه پرنده انتخاب ، خونگیری از ورید گردنی بعد از کشتار صورت گرفت. بلافاصله پس از خونگیری، نمونه‌های خون، به داخل لوله‌های آزمایش حاوی ماده ضد انعقاد خون (EDTA) انتقال یافت. سپس جداسازی سرم خون با استفاده از دستگاه سانتریفوژ با ۲۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه انجام و سرم تفکیک شده به داخل میکروتیوب‌های ۱/۵ سی‌سی انتقال یافت و تا زمان اندازه‌گیری پارامترهای خونی مورد نظر در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد

نگهداری شد.

جدول ۱- اجزاء جیره پایه مورد استفاده در آزمایش

Table 1- The ingredients of experimental diet

مواد خوراکی(٪) Ingredients (%)		ترکیبات شیمیایی جیره Chemical composition of the diet	
ذرت Corn	54	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم) Metabolism energy (kilocalories per kilogram)	2844
گندم Wheat	7.5	پروتئین خام (٪) Crude Protein	16
کنجاله سویا (۴۴ درصد) Soybean (48% protein) meal	23.8	کلسیم (٪) Calcium (%)	3.7
روغن سویا Soybean oil	3	فسفر قابل دسترس(٪) Available phosphorous (%)	0.55
پودر صدف Oyster Powder	8.2	لیزین (٪) Lysine (%)	0.88
دی‌کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	2.5	متیونین (٪) Methionine (%)	0.42
نمک Salt	1.5	سیستئین (٪) Cystine (%)	0.33
دی‌ال‌متیونین DL methionine	0.25	متیونین+ سیستئین (٪) Methionine + Cystine (%)	0.75
الـ لیزین Llysine	0.1	تریپتوفان (٪) Tryptophan (%)	0.20
مکمل ویتامینی۱ Vitamin premix	2.5	سلنیوم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Selenium (mg/kg)	0.13
مکمل معدنی۲ Mineral premix	2.5		

۱-مکمل ویتامین (هر کیلوگرم حاوی): ویتامین A، ۸۸۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین D_3، ۲۵۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین E، ۱۱۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین K، ۲۲ گرم؛ ویتامین B_1، ۱/۴۴ گرم؛ ویتامین B_2، ۴ گرم؛ ویتامین B_6، ۲/۴۶ گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۰۱گرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ گرم،فولاسین، ۴۸ گرم؛ پانتوتنیک اسید، ۷/۸۴ گرم؛

۲-مکمل معدنی (هر کیلوگرم حاوی): منیزیوم، ۷۴/۴ گرم؛ آهن، ۷۵ گرم؛ روی، ۶۴/۶۷ گرم، مس، ۷۵ گرم؛ یدید کلسیم، ۸۶۷/۵؛ سلنیوم، ۲۰۰ میلیگرم و ۱۰۰ گرم آنتی اکسیدان.

1-Vitamin premix (each kg contained): vitamin A 88000 IU; vitamin D3, 25000IU; vitamin E, 11000 IU; vitamin K, 22 g; vitamin B_1, 1.44g; vitamin B_2, 4g; vitamin B_6, 2.46g; vitamin B_{12}, 0.001g, Biotin, 0.15mg, Folacin:48g, Pantothenic acid: 7.84 g.

2- Mineral premix (each kg contained): Manganese: 74.4g, Iron: 75g, Zinc, 64.67g, Copper: 75g, Calcium iodine: 867.5g, 200mg Selnium and 100g Antioxidant.

جهت بررسی تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان مالونیل دی آلدهید سرمی، اندازه‌گیری سطح سرمی مالونیل دی آلدهید بر پایه واکنش تیوباربیتوریک اسید بوده و این آزمایش بر مقدار جذب نوری کمپلکس صورتی رنگ حاصل از واکنش یک مولکول مالون دی آلدئید و دو ملکول تیوبابیتوریک اسید استوار است. در این آزمایش مالون دی آلدئید به عنوان محصول ثانویه پراکسیداسیون اندازه‌گیری شد (۱۷و۱۶).

کلسترول تام در این مطالعه به روش غلظت کلسترول سرم خون در این مطالعه با استفاده از کیت آزمایشگاهی پارس آزمون توسط دستگاه اسپکتوفتومتری در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. غلظت تری گلیسرید در نمونه های سرم خون توسط کیت آزمایشگاهی زیست شیمی پارس آزمون و با روش آنزیماتیک اندازه گیری شد. توسط دستگاه اسپکتوفتومتری در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

فعالیت آنزیم های آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز در سرم با دستگاه اتوآنالایزر (RA1000) با استفاده از کیت های پارس آزمون اندازه گیری گردید. ظرفیت آنتی اکسیدانی کل از روش (FRAP) ارائه شده توسط بنزی و استرین (۳) قدرت احیاءکنندگی آنتی اکسیدان‌های موجود در نمونه‌های آزمایشی مورد سنجش قرار گرفت. به طور خلاصه ۵۰ میکرولیتر از نمونه سرم با ۲

میلی‌لیتر از محلول FRAP مخلوط و پس از ۱۰ دقیقه میزان شدت رنگ حاصل از کمپلکس ایجاد شده توسط دستگاه اسپکتوفتومتری در طول موج ۵۳۹ نانومتر اندازه‌گیری شد.

به منظور تعیین صفات مربوط به متابولیت‌های زرده شامل: تعیین میزان غلظت سلنیوم زرده و عدد پراکسیداسیون چربی‌های زرده، تعداد ۶ عدد تخم از هر واحد آزمایشی به طور کاملاً تصادفی جمع‌آوری صورت پذیرفت. تخم مرغ‌های جمع‌آوری شده از هر واحد آزمایشی پس از انتقال به آزمایشگاه، شکسته و زرده از سفیده تفکیک گردید. سپس از زرده‌های تفکیک شده به ازای هر واحد آزمایشی ۱ نمونه جهت انجام آزمایشات مربوط به متابولیت‌های زرده نمونه‌گیری انجام شد.

به منظور ارزیابی میزان غلظت سلنیوم زرده، از نمونه‌های زرده حاصل از ۶ عدد تخم استحصال شده از هر واحد آزمایشی که در حین نمونه برداری همگن شده بودند، ۵ گرم نمونه زرده وزن‌کشی و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. سپس ۰/۵ گرم نمونه زرده خشک شده از هر واحد آزمایشی توزین و توسط اسید نیتریک ۷۰ درصد و هیدروژن پرواکسید ۳۰ درصد خیس گردید. سپس در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت قرار داده شدند و از کاغذ صافی ۰/۴۵ میکروگرم عبور داده شدند. اندازه‌گیری سلنیوم از طریق جذب اتمی مورد استفاده قرار گرفت (۷).

اندازه‌گیری عدد پروکسید در چربی‌های زرده تخم مرغ یکی از روش‌های رایج به منظور سنجش میزان پراکسیداسیون اسیدهای چرب زرده است. به منظور انجام این آزمایش، محلول اسید استیک–کلروفرم (مخلوط شده به نسبت ۳ به ۲)، یدید پتاسیم اشباع، تیوسوافات سدیم ۰/۰۱ نرمال و محلول نشاسته ۱ درصد مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا ۵ گرم نمونه زرده توسط ترازوی دیجیتال (دقت ۰/۰۰۱ گرم) وزن شده و به یک ارلن ۲۵۰ سی‌سی انتقال یافت. ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک–کلروفرم به آن افزوده و کمی تکان داده شد تا نمونه زرده توسط اسید استیک–کلروفرم کاملاً محلول گردد. سپس۰/۵ میلی‌لیتر محلول یدید پتاسیم اشباع به آن افزوده و به مدت یک دقیقه تکان داده شد. در ادامه پس از افزودن ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به نمونه‌های آزمایشی، ۰/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱ درصد نیز افزوده شد که در این مرحله رنگ نمونه آبی شد (در صورت وجود پرواکسید در نمونه رنگ سرمه‌ای یا آبی). سپس بر روی پلیت مگنت دار قرار داده شده و تیتراسیون توسط محلول تیوسولفات سدیم تا زمان رفع رنگ آبی نمونه انجام شد. حجم تیوسولفات سدیم مورد استفاده به عنوان شاخص(A) در نظر گرفته شد. همچنین فرآیند فوق به طور هم‌زمان در قبال نمونه شاهد صورت پذیرفته و حجم تیوسولفات سدیم مورد استفاده به عنوان شاخص(B) در نظر گرفته شد. در پایان عدد پروکسید از رابطه (AOAC, 1995) محاسبه گردید.

در این مطالعه داده‌های حاصل از متابولیت‌های خونی و متابولیت‌های زرده در قالب طرح کاملاً تصادفی، تحت رویه GLM و با استفاده از نسخه ۹/۱ نرم افزار آماری (SAS, 2003) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. همچنین مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد صورت گرفته است.

نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف نانوسلنیوم بر عملکرد

تاثیر سطوح مختلف نانوذرات سلنیوم بر عملکرد مرغان تخمگذار در جدول ۲ ارائه شده است. در حالیکه تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر خوراک مصرفی و وزن تخم مرغ، نداشتند (P>۰/۰۵)، ضریب تبدیل خوراک و درصد تخمگذاری به طور منحنی‌وار معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف نانوذرات سلنیوم قرار گرفتند (P<۰/۰۵) به طوریکه بهترین ضریب تبدیل خوراک و بیشترین درصد تخمگذاری مربوط به تیمار ۰/۳ میلی‌گرم نانوذرات سلنیوم بود و با افزایش سطح نانوذرات سلنیوم در جیره به ۰/۵ میلی گرم، درصد تخمگذاری و ضریب تبدیل عملکرد کاهشی را نشان دادند.

اثرات سودمند شکل نانو سلنیوم در مقایسه با اشکل دیگر از قبیل سلنیت سدیم و سلنوسیستئین، بر عملکرد تولیدی مرغان تخمگذار قبلاً گزارش شده است (۲۵). این محققین گزارش کردند که مکمل سازی سطح ۰/۲۵ میلی‌گرم نانوذرات سلنیوم در مقایسه با همین سطح از سلنیت سدیم، به طوری معنی‌داری درصد تخمگذاری، توده تخم مرغ و ضریب تبدیل خوراک را بهبود دادند. علاوه بر این محققین پیشنهاد دادند که سطوح بالای نانوسلنیوم با اثراتی کاملاً برعکس، سبب افت عملکرد در مرغان تخمگذار می شود. حدس بر این است که ذرات نانوذرات سلنیوم به دلیل دارا بودن سطح مقطعی بالا و متعاقباً راندمان جذب بسیار بالاتر در مقایسه با اشکال دیگر سلنیوم، در مقادیر مشابه، می توانند به طورموثری به عنوان فاکتور کمکی آنزیم ۵–دئودیناز عمل نموده و این آنزیم به طور فعال سبب تبدیل هومون T4 به T3 شود. هورمون T3 نیز سبب تنظیم متابولیسم انرژی و پروتئین می‌شود. علاوه بر این کارایی بالای جذب ذرات نانوسلنیوم سبب استفاده بهینه این عنصر در آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز شده و به این ترتیب توان آنتی اکسیدانی پرنده را بالا می برد و به این ترتیب سبب افزایش عملکرد تولید در پرنده خواهد شد. از طرفی سطوح بالای نانوذرات سلنیوم بسیار سمی‌تر از سایر اشکال سلنیوم سبب القاء تنش اکسیداتیو شده و عملکرد تولید را کاهش می دهند (۵ و ۲۵).

جدول ۲- تأثیر سطوح مختلف نانوذرات سلنیوم تغذیه‌ای بر فراسنجه‌های عمکردی پرندگان

Table 2- Effect of Different Levels of Selenium Nanoparticles on the Level of productive performance parameters of birds

فراسنجه Parameter	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments T1	T2	T3	T4	SEM	P- value
درصد تولید Egg production (%)	93.50^{c}	94.25^{b}	95.59^{a}	93.02^{c}	1.02	0.001
وزن تخم مرغ (گرم) Egg weight (g)	58.65	59.23	60.29	58.67	0.97	0.26
خوراک مصرفی (گرم در روز) Feed intake (g/d)	184.50	187.40	186.50	188.48	3.5	029
ضریب تبدیل (گرم خوراک مصرفی در روز/ گرم وزن توده تخم مرغ تولیدی در روز) (g feed/g egg mass) Feed conversion	2.06^{a}	1.98^{b}	1.87^{c}	2.01^{a}	0.021	0.001

تیمار ۱: جیره پایه، تیمار۲: جیره پایه به همراه ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۳: جیره پایه به همراه ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۴: جیره پایه به همراه ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم.

a, b, c: حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف بین میانگین تیمارهای آزمایشی مختلف در سطح ۵ درصد است.

T1: basal diet, T2: basal diet with 0.2 mg / kg Selenium Nanoparticles, T3: basal diet with 0.3 mg / kg Selenium Nanoparticles, T4: basal diet with 0.5 mg W / kg of Selenium Nanoparticles.

a, b, c; Means with different superscripts within a column for each effect are significantly different at (P < 0.05).

تأثیر سطوح مختلف نانوسلنیوم بر غلظت مالون‌دی‌آلدئید پلاسما

اثر افزودن سطوح مختلف نانوسلنیوم در جیره پرنـدگان آزمایشـی بر میزان غلظت مالونیل دی‌آلدئید سرم در جدول ۳ نشـان داده شـده است. نتایج این آزمایش حاکی از آن است که افزودن سطوح مختلـف نانوسلنیوم در جیره مرغ‌های تخمگذار اثـر منحنـی‌وار معنـی‌داری بـر میزان غلظت سرمی مالون دی‌آلدئید داشت بـه طـوری کـه افـزایش سطح نانوسلنیوم تا ۰/۳ میلی گرم، سطح مالوم دی آلدئید سرم کاهش یافت اما افزایش مکمل سازی نانوسلنیوم تا سطح ۰/۵ سبب افـزایش سطح مالون دی آلدئید سرم شد (P<۰/۰۵).

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف نانوذرات سلنیوم تغذیه‌ای بر میزان غلظت مالون دی‌آلدئید سرم پرندگان

Table 3. Effect of Different Levels of Selenium Nanoparticles on the Level of Malondialdehyde Concentration in Birds Serum

فراسنجه Parameter	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments T1	T2	T3	T4	SEM	P- value
سطح مالون دی‌آلدئید سرم (نانومول در میلی‌لیتر) Serum malondialdehyde (Nmol / ml)	2.1^{a}	1.8^{b}	1.2^{c}	2.3^{a}	0.15	0.001

تیمار ۱: جیره پایه، تیمار۲: جیره پایه به همراه ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۳: جیره پایه به همراه ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۴: جیره پایه به همراه ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم.

a, b, c: حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف بین میانگین تیمارهای آزمایشی مختلف در سطح ۵ درصد است.

T1: basal diet, T2: basal diet with 0.2 mg / kg Selenium Nanoparticles, T3: basal diet with 0.3 mg / kg Selenium Nanoparticles, T4: basal diet with 0.5 mg W / kg of Selenium Nanoparticles.

a, b, c; Means with different superscripts within a column for each effect are significantly different at (P < 0.05).

پترویک و همکاران (۲۹) گزارش کردند افـزودن سـطوح و منـابع مختلف سلنیوم اثر معنی‌داری بر میزان مالونیل دی آلدئید سـرم مـرغ تخمگذار نداشت. همچنین نتایج مطالعه خیا وهمکاران (۴۲) نشان داد مکمل‌سازی جیره جوجه‌های گوشتی با منبع سلنیت سدیم (۰/۳ پـی-پی‌ام در کیلوگرم) و نانوسلنیوم (۰/۳ پی‌پی‌ام در کیلوگرم) اثـر معنـی-داری بر میزان مالون دی آلدئید سرم نداشت. نتـایج بدسـت آمـده در

این مطالعه با نتایج آریا و همکاران (۱) مغایرت داشت. مطابق با نتایج بدست آمده در این مطالعه، جینگ و همکاران (۲۱) با افزودن سطوح و منابع مختلف سلنیوم در جیره کاهش معنی‌داری را در میزان مالونیل دی آلدئید سرم مرغهای تخمگذار گزارش کردند. بوستانی و همکاران (۴) با افزودن ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم نانو سلنیوم در جیره مرغهای تخمگذار موجب کاهش معنی‌داری در میزان مالون دی آلدئید سرم در مقایسه با گروه شاهد شد . همچنین کای و همکاران (۵) گزارش کردند بکارگیری نانوسلنیوم در جیره مرغهای گوشتی موجب کاهش معنی‌داری در میزان مالون دی آلدئید سرم گردید. غلظت پلاسمایی مالون دی آلدئید به عنوان یک بیومارکر در تعیین سطح پروکسیداسیون چربی شناخته شده است (۲۷) که نتایج حاصل از اکسیداسیون چربی تولید محصولات ثانویه بسیار سمی است (۱۳). تحقیقات نشان می‌دهد یک همبستگی معکوس بین میزان سلنیوم تغذیه‌ای با میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز و میزان غلظت مالون دی آلدئید وجود دارد (۲۱) که همواره افزایش میزان مالون دی آلدئید سرم با کاهش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز همراه است (۲). به نظر می‌رسد تأثیر سلنیوم بر فعالیت گلوتاتیون پروکسیداز از طریق بیان ژن گلوتاتیون و تثبیت سطح mRNA گلوتاتیون پروکسیداز در مرحله رونویسی سیتوزوئیک انجام می‌شود گزارشاتی وجود دارد که سطوح بالای سلنیوم (نانو ذرات سلنیوم) سبب ایجاد مسمومیت شده و با اثرات اکسیدانی خود سبب ایجاد تنش اکسیداتیو خواهد شد (۹،۴۱).

تأثیر سطوح مختلف نانوسلنیوم بر غلظت کلسترول تام و تری گلیسیرید تام سرم

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به اثر جیره بر میزان غلظت سرمی کلسترول، تری گلیسرید تام و در جدول ۴ آورده شده است. تأثیر افزودن سطوح مختلف نانوسلنیوم تغذیه‌ای بر میزان غلظت کلسترول تام سرم تیمارهای آزمایشی در پایان دوره آزمایش معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد افزودن سطوح مختلف نانوسلنیوم بر میزان غلظت تری گلیسرید سرمی تیمارهای آزمایشی در پایان دوره اعمال جیره معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ۴- تأثیر سطوح مختلف نانوذرات سلنیوم بر میزان غلظت کلسترول تام و تری‌گلیسیرید تام سرم پرندگان

Table 4. Effect of different levels of selenium nanoparticles on total cholesterol and total serum triglyceride concentrations

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	متابولیت‌های خونی Blood metabolites	
	تری گلیسیرید Triglyceride (میلی‌گرم در دسی لیتر) (Mg / dl)	کلسترول Cholesterol (میلی‌گرم در دسی لیتر) (Mg / dl)
T1	632.7	103.67
T2	953.3	220.23
T3	539.3	125.67
T4	440.7	108.00
P- value	0.3392	0.4661
SEM	168.69	48.97

تیمار ۱: جیره پایه، تیمار۲: جیره پایه به همراه ۰/۲ میلی¬گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۳: جیره پایه به همراه ۰/۳ میلی¬گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۴: جیره پایه به همراه ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم.

a, b, c: حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف بین میانگین تیمارهای آزمایشی مختلف در سطح ۵ درصد است.

T1: basal diet, T2: basal diet with 0.2 mg / kg Selenium Nanoparticles, T3: basal diet with 0.3 mg / kg Selenium Nanoparticles, T4: basal diet with 0.5 mg W / kg of Selenium Nanoparticles.

a, b, c; Means with different superscripts within a column for each effect are significantly different at ($P < 0.05$).

تحقیقات ریو و همکاران (۳۱) نشان داد افزودن سطوح مختلف سلنیوم معدنی در جیره اثر معنی‌داری بر میزان کلسترون سرمی جوجه‌های گوشتی نداشت. نتایج تحقیقات کریستین و همکاران (۸) نشان دادند که سطوح کلسترول و تری گلیسرید سرمی مرغ های تخم گذار تحت تأثیر تیمار های مکمل شده با سلنیوم آلی قرار نگرفت. همچنین تحقیقات زینلی و همکاران (۴۳) نشان داد که اثر مکمل‌سازی جیره جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش با ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت سدیم بر میزان کلسترول و تری گلیسیرید سرم معنی‌دار نبود. رمضانی و همکاران (۳۰) عدم تأثیرگذاری سطوح مختلف سلنومتیونین را بر میزان غلظت کلسترول سرمی جوجه‌های

گوشتی در شرایط تنش را گزارش کردند. نتایج تحقیقات حبیبی و همکاران (۱۸) نشان دادند افزودن نانوسلنیوم در جیره جوجه گوشتی اثر معنی‌داری بر میزان تری گلیسیرید سرم نداشت. به نظر می‌رسد مکانیسم تأثیر سلنیوم بر میزان غلظت لیپیدهای سرم به طول کامل نشاخته شده نیست. اما برخی محققان بر این باورند که مهمترین مکانیسم تأثیر سلنیوم بر غلظت لیپیدهای سرم را اثر سلنیوم بر میزان فعالیت *HMG-COA* ردوکتاز در کبد است که کنترل کننده میزان بیوسنتز کلسترول است (۲۶). تحقیقات دیگری نشان داد افزایش میزان فعالیت آنزیمی *HMG-COA* ردوکتاز در کبد عامل هیپوکلسترولمی در موش‌های دارای کمبود سلنیوم است (۳۵).

تأثیر سطوح مختلف نانوسلنیوم بر فعالیت آسپارتات آمینوترنسفراز، آلانین آمینوترنسفراز و آنتی‌اکسیدان تام سرم

تأثیر مکمل سازی جیره مرغ تخمگذار با سطوح مختلف نانوذرات سلنیوم بر میزان فعالیت آسپارتات آمینوترنسفراز ، آلانین ترنسفراز و آنتی‌اکسیدان تام سرم در جدول ۵ ارائه شده است. در این مطالعه نتایج نشان داد که اثر افزودن سطوح مختلف نانوسلنیوم در جیره بر میزان فعالیت آسپارتات آمینوترنسفراز، آلانین آمینوترنسفراز مرغ‌های تخمگذار در تیمارهای مکمل شده نسبت به شاهد معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم پرندگان به طور معنی داری تحت تاثیر سطوح مختلف نانوسلنیوم قرار گرفت (P<۰/۰۵). به طوری که سطوح ۰/۲ و ۰/۳ میلیگرم نانوسلنیوم سبب افزایش ولی سطح ۰/۵ میلی گرم سبب کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم پرندگان شدند.

سنجش میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی آلانین آمینوترنسفراز و آسپارتات آمینوترنسفراز در تشخیص بیماری‌های کبدی ارزشمند بوده و شاخص آسیب کبدی به شمار می‌آید (۲۳). تحقیقات برخی محققان نشان می‌دهد در صورت دریافت مقادیر بالای سلنیوم معدنی آسیب های اکسیداتیو و سمیت کبدی افزایش می‌یابد. همچنین اثر سلنیوم در افزایش بیان ژن ترانسفرین به عنوان ناقل آهن به درون سلول در ایجاد نوعی کم خونی مؤثر است (۲۲ و۳۶).

جدول ۵–تأثیر سطوح مختلف نانوذرات سلنیوم بر میزان غلظت آسپارتات آمینوترنسفراز، آلانین آمینوترنسفراز و آنتی‌اکسیدان تام سرم پرندگان

Table 5. Effect of different levels of selenium nanoparticles on the concentration of aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase and total serum antioxidant in birds

	متابولیت‌های خونی Blood metabolites		
تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	آلانین آمینوترنسفراز alanineaminotransfease (واحد در لیتر) (Unit / l)	آسپارتات آمینوترنسفراز aspartateaminotransferase (واحد در لیتر) (Unit / l)	آنتی اکسیدان تام total antioxidant (میلی‌مول در لیتر) (Nmol / ml)
T1	5.33	171.33	1.08 [c]
T2	7.66	177.00	1.26 [b]
T3	6.00	146.67	1.95 [a]
T4	7.00	173.67	0.93 [c]
P- value	0.4021	0.2996	0.001
SEM	0.8539	9.97	0.1523

تیمار ۱: جیره پایه، تیمار۲: جیره پایه به همراه ۰/۲ میلی¬گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۳: جیره پایه به همراه ۰/۳ میلی¬گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۴: جیره پایه به همراه ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم.

a, b, c: حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف بین میانگین تیمارهای آزمایشی مختلف در سطح ۵ درصد است.

T1: basal diet, T2: basal diet with 0.2 mg / kg Selenium Nanoparticles, T3: basal diet with 0.3 mg/kg Selenium Nanoparticles, T4: basal diet with 0.5 mg W / kg of Selenium Nanoparticles.

a, b, c; Means with different superscripts within a column for each effect are significantly different at ($P < 0.05$).

کای و همکاران (۵) گزارش کردند درصورت بکارگیری نانوسلنیوم در جیره فعالیت رادیکال‌های آزاد در کبد نسبت به تیمار شاهد کاهش خواهد یافت. به نظر می‌رسد افزایش آنزیم‌های کبدی می‌تواند با افزایش استرس اکسیداتیو و پروکسیداسیون چربی‌ها و افزایش رادیکال‌های آزاد در بدن در ارتباط باشد (۲۰). عدم تأثیر سطوح مختلف نانوسلنیوم مکمل شده در این مطالعه بر فعالیت آلانین آمینوترنسفراز و آسپارتات آمینوترنسفراز می‌تواند به دلیل عدم اعمال استرس اکسیداتیو در تیمارهای مکمل شده باشد.

ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم شامل مجموعه‌ای از مکانیسم‌های آنزیمی و غیرآنزیمی است که شامل برخی ترکیبات هیدروفیلیک (گلوتاتیون، بیلی روبین، اسید اوریک و ویتامین C)، ترکیبات هیدروفوبیک (ویتامین E)، آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز است که بطور مستقیم اثر دارند. به نظر می‌رسد تأثیر سلنیوم بر فعالیت گلوتاتیون پروکسیداز از طریق بیان ژن گلوتاتیون و تثبیت سطح mRNA گلوتاتیون پروکسیداز در مرحله رونویسی سیتوزوئیک انجام می‌شود همچنین افزودن سلنیوم در جیره میزان ویتامین E مورد نیاز برای حفظ سلامت غشاهای لیپیدی را کاهش و به ابقاء ویتامین E در پلاسما کمک می‌کند (۹ و ۴۱). افزایش سطوح سلنیوم می تواند اثرات سمی بر توان آنتی اکسیدانی بدن داشته باشد به طوری که گزارش کرده اند، سطوح بالای نانو سلنیوم سبب القاء تنش اکسیداتیو شده و احتمالاً سبب افزایش رادیکالهای آزاد و افزایش غلظت های سرمی پرکسیدهای لیپیدی مالون دی آلدئید می شود (۴۴).

تأثیر سطوح مختلف نانوسلنیوم بر تعیین میزان سلنیوم زرده تخم مرغ

تأثیر مکمل‌سازی جیره با سطوح مختلف سلنیوم بر میزان غلظت سلنیوم زرده واحدهای آزمایشی در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر افزودن سطوح مختلف نانوسلنیوم تغذیه‌ای بر میزان غلظت سلنیوم زرده بین تیمارهای آزمایشی و شاهد معنی‌دار بود به طوریکه با افزایش سطح نانوسلنیوم جیره، سلنیوم زرده تخم مرغ به صورت خطی افزایش یافت و بیشترین سطح سلنیوم زرده تخم مرغ مربوط به سطح ۰/۵ گرم نانوسلنیوم بود ($P < ۰/۰۱$).

جدول ٦- تأثیر سطوح مختلف نانوذرات سلنیوم بر میزان سلنیوم زرده تخم مرغ

Table 6- Effect of Different Levels of Selenium Nanoparticles on the Selenium Concentration of Egg

فراسنجه Parameter	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments				SEM	P- value
	T1	T2	T3	T4		
سلنیوم زرده (میکروگرم در گرم) Selenium yolk (µg per gram)	0.85 ^{d}	1.13 ^{c}	2.14 ^{b}	2.81 ^{a}	0.019	0.001

تیمار ۱: جیره پایه، تیمار۲: جیره پایه به همراه ۰/۲ میلی¬گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۳: جیره پایه به همراه ۰/۳ میلی¬گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۴: جیره پایه به همراه ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم.

a, b, c: حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف بین میانگین تیمارهای آزمایشی مختلف در سطح ۵ درصد است.

T1: basal diet, T2: basal diet with 0.2 mg / kg Selenium Nanoparticles, T3: basal diet with 0.3 mg/kg Selenium Nanoparticles, T4: basal diet with 0.5 mg W / kg of Selenium Nanoparticles.

a, b, c; Means with different superscripts within a column for each effect are significantly different at ($P < 0.05$).

تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش میزان غلظت سلنیوم در زرده تخم مرغ، به نوع منبع سلنیوم مورد استفاده در جیره طیور بستگی دارد. به طور کلی، سلنومتیونین اساساً در سفیده تخم مرغ ذخیره می‌شود در صورتی که سلنیوم غیر آلی به طور کثیری در زرده تخم مرغ پخش می‌شود (۳۳). هنری و آمرمان (۱۹) نشان دادند که سلنومتیونین نسبت به سدیم سلنیت با سرعت کمتری به سلنوسیستئین تبدیل می‌شود و تبدیل سدیم سلنیت به سلنوسیستئین ممکن است قبل از انتقال به تخم مرغ اتفاق بیافتد زیرا سدیم سلنیت در کبد متابولیزه شده و برای ساختن پروتئین های زرده تخم مرغ مورد استفاده قرار می گیرد. برخی تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت سدیم، ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر غنی از سلنیوم و سطوح متفاوت دی ال سلنومتیونین (۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷، میلی‌گرم در کیلوگرم) در جیره مرغ‌های تخم‌گذار، موجب افزایش قابل توجهی در سلنیوم زرده شده است (۲۱). در مطالعه‌ای دیگر، گزارش شده است که مخمر غنی از سلنیوم در مقایسه با سلنیت سدیم، موجب افزایش سلنیوم بیشتری در تخم مرغ شده است (۳۸). اما شواهد دیگری نشان می‌دهد، اثر افزودن سطوح مختلف سلنیوم آلی و معدنی، در افزایش غلظت سلنیوم کل در تخم معنی‌دار بوده اما اختلاف معنی‌داری بین منابع آلی و معدنی سلنیوم در افزایش غلظت سلنیوم در زرده وجود نداشته است و بیشترین اثر منابع آلی سلنیوم در افزایش غلظت سلنیوم در سفیده تخم گزارش شده است (۱۰). به طور مشابه، محققان در بررسی دیگری بیان داشته‌اند که افزودن سلنیوم آلی به جیره مرغ تخم‌گذار، موجب افزایش میزان سلنیوم در سفیده در مقایسه با سلنیت سدیم شده و اثر معنی‌داری در غلظت سلنیوم زرده نداشته است (۲۴).

به نظر می‌رسد دلیل افزایش میزان سلنیوم در زرده مرغ‌های تخمگذار تغذیه شده با نانو سلنیوم، مشابه فرایند جذب منابع آلی سلنیوم باشد. نادیا و همکاران (۲۵) گزارش کردندکه شکل نانوسلنیوم

بسیار بیشتر از اشکال سلنیت سدیم و سلنوسلنیوم توانایی انتقال به پلاسما و تخم‌مرغ در مرغان تخمگذار را دارند. برخی محققان معتقدند که فرایند جذب سلنیوم آلی مشابه فرایند جذب متیونین در روده بوده و به شکل فعال جذب می شوند و به طور موثرتری در ساختمان پروتئین‌ها شرکت کرده و بدون واسطه وارد پروتئین تخم می‌شوند. این در حالی است که منابع معدنی سلنیوم به طور غیر فعال در بدن جذب شده و مقادیر اضافی آنها دفع می‌گردد. در این بین بیشترین کارآیی هضم و جذب مربوط به شکل نانوسلنیوم است (۳۶و۳۸).

تأثیر سطوح مختلف نانوسلنیوم بر پروکسیداسیون چربی‌های تخم مرغ

تأثیر مکمل‌سازی جیره با سطوح مختلف نانوسلنیوم بر پروکسیداسیون چربی‌های زرده در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج نشان داد که عدد پروکسید چربی‌های زرده در روز ۱ و ۱۵ نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای آزمایشی با شاهد را نشان داد به طوری که افزایش سطح نانوسلنیوم تا ۰/۳ میلی گرم، سبب کاهش غلظت مالون دی آلدئید زرده تخم مرغ در روز ۱ و ۱۵ نگهداری شد (P <۰/۰۵).

برخی محققان نشان می‌دهد از لحاظ آماری اثر افزودن سطوح و منابع مختلف سلنیوم بر میزان پایداری اکسیداتیو لیپیدهای زرده تخم مرغ‌هایی که ۱۴ روز از تولید را می‌گذرانند معنی‌دار نبود (۳۴). همچنین دیگر محققان با نگهداری تخم مرغ‌های تخم‌گذار به مدت ۱۴ روز در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد، اختلاف معنی‌داری را در میزان مالون دی آلدئید زرده، بین تیمارهای آزمایشی با شاهد را گزارش کرده‌اند. میزان افزایش مالون دی آلدئید در زرده، رابطه مستقیمی با دمای نگهداری داشته و تأثیر استفاده از سطوح مختلف ویتامین E و سلنیوم موجب کاهش معنی‌داری در میزان مالون دی آلدئید شده است (۲۴). همچنین تحقیقات دیگری نشان می‌دهد سلنیوم موجب افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز و کاهش حساسیت زرده به فساد اکسیداتیو در دوره نگهداری شده است و سلنیوم با آهسته کردن روند دفع دی اکسید کربن از پوسته، موجب کاهش افت وزن و افزایش واحد هاو شده و در نتیجه منجر به کاهش فساد تخم شده است (۳۲). تاثیر مثبت نانوسلنیوم را در دمای ۲۲ درجه سانتی گراد محیط انبار نگهداری تخم مرغ گزارش کرده اند (۲۴).

جدول ۷- تأثیر افزودن سطوح مختلف نانوذرات سلنیوم به جیره مرغ‌های تخمگذار بر سطح مالون دی آلدئید تخم مرغ پرندگان

Table 7. Effect of Different Levels of Selenium Nanoparticles malondialdehyde Concentration of Egg

مالون دی‌آلدئید (نانومول در میلی‌لیتر) malondialdehyde (Nmol / ml)	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments				P- value	SEM
	T1	T2	T3	T4		
روز۱ Day 1	0.4466 ^{a}	0.3033 ^{b}	0.2933 ^{c}	0.4233 ^{a}	0.001	0.017
روز۱۵ Day15	0.2533 ^{b}	0.2367 ^{c}	0.2000 ^{d}	0.2733 ^{a}	0.001	0.105

تیمار ۱: جیره پایه، تیمار۲: جیره پایه به همراه ۰/۲ میلی¬گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۳: جیره پایه به همراه ۰/۳ میلی¬گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم، تیمار ۴: جیره پایه به همراه ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم.

a, b, c: حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف بین میانگین تیمارهای آزمایشی مختلف در سطح ۵ درصد است.

T1: basal diet, T2: basal diet with 0.2 mg / kg Selenium Nanoparticles, T3: basal diet with 0.3 mg/kg Selenium Nanoparticles, T4: basal diet with 0.5 mg W / kg of Selenium Nanoparticles.

a, b, c; Means with different superscripts within a column for each effect are significantly different at ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن سطوح نانوسلنیوم تا ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره مرغان تخمگذار، می‌تواند همزمان با افزایش درصد تولید تخم‌مرغ و بهبود ضریب تبدیل خوراک، سبب افزایش توان آنتی اکسیدانی سرم، کاهش پرکسیداسیون لیپیدهای زرده و افزایش زمان نگهداری تخم مرغ در انبار شود. همچنین این نتایج نشان داد که سطوح بالای نانوسلنیوم با اثرات اکسیدانی خود می‌تواند سبب ایجاد تنش اکسیداتیو شود.

منابع

1. Arai, T., M. Sugawara, T. Sako, S. Motoyoshi. T. Shimura, N. Ttsutsui, and T. Konno. 1994. Glutathione

peroxidase activity in tissues of chickens supplemented with dietary selenium. Comparative Biochemistry and Physiology, 107: 245-248.

2. Balogh, K., M. Weber, M. Erdelyi, and M. Mezes. 2004. Effect of excess selenium supplementation on the glutathione redox system in broiler chicken. Acta Veterinaria Hungarica, 52:403–411.
3. Benzie, I. F., and J. J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239:70-76.
4. Boostani, A., A.A. Sadeghi, S. N. Mousavi, M. Chamani, and N. Kashan. 2015. The effects of organic, inorganic, and nano-selenium on blood attributes in broiler chickens exposed to oxidative stress. Acta Scientiae Veterinariae, 43: 1-6.
5. Cai, S., C. Wu, L.M. Gong, Y. Song, H. Wu, and L. Y. Zhang. 2012. Effects of Nano-selenium on performance, meat quality, immune function, oxidation resistance and tissue selenium content in broilers. Poultry Science, 91(10): 2532-9.
6. Cantor, A. H., M. L. Straw, M. J. Ford, A. J. Pescatore, and M. K. Dunlap. 2000. Effect of feeding organic selenium in diets of laying hens on egg selenium content. Page 473 in Egg Nutrition and Biotechnology. J. S. Sim, S. Nakai, and W. Guenter, ed. CABI Publishing, New York, NY.
7. Chamsaz, M., M. H. Arbabzavar, and M. M. Riazi. 2007. Determination of selenium(IV) by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry using Single Drop Extraction in Real Samples. Asian Journal of chemistry,19:3475-82.
8. Christine, A., R. Zuberbuehler, E. Messikommer, M. Myrtha, Arnold, Rhea S. Forrer, and W. Casper. 2006. Effect of selenium depletion and selenium repletion by choice feeding on selenium status of young and old laying hens. Physiology & Behavior, 87: 430-40.
9. Christinsen, M. J. and Burgener, K.W. 1992. Dietary selenium stabilizes glutathione peroxidase mRNA in rat liver. Journal of Nutrition, 122: 1620-1626.
10. Čobanová, K., V. Petrovič, M. Mellen, H. Arpášova, L. Grešáková, and S. Faix. 2011. Effects of dietary form of selenium on its distribution in eggs. Biological trace element research, 144(1-3), 736-746.
11. Davis, R. H. and J. Fear. 1996a. incorporation of selenium into egg proteins from dietary selenite. Br Poultry Science, 37(1):197-211.
12. Davis, R. H., J. Fear, and A. C. Winton. 1996b. Interactions between dietary selenium, copper, and sodium nitroprusside, a source of cyanide in growing chicks and laying hens. British Poultry Science, 37:87-94.
13. Del Rio, D., A. J. Stewart, and N. Pellegrini. 2005. A review of re- cent studies on malondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress. Nutr. Met. Card. Dis. 15:316–328.
14. Desai, M. P., V. Labhasetwar, E. Walter, R. J. Levy, and G. L. Amidon. 1997. The mechanism of uptake of biodegradable microparticles in Caco-2 cells is size dependent. Pharmaceutical Research, 14(11):1568-1573 .
15. Farrel, D.J. 2002. Adding Value to the Hen`s Egg. School of Land and Food Science. The University of Queensland, Qld 4072. Australia.
16. Fathi, M., M. Haydari, and T. Tanha. 2015. Effects of Enalapril on Performance growth, Ascites Mortality, Antioxidant Status and Blood Parameters in Broiler Chickens Under Cold-Induced Ascites. Poultry Science Journal, 3 (2): 121-127.
17. Fathi, M., M. Haydari, and T. Tanha. 2016. Influence of Dietary Aspirin on Growth Performance, Antioxidant Status, and Mortality due to Ascites in Broiler Chickens. Poultry Science Journal. Poultry Science Journal, 4 (2): 139-146
18. Habibi, R., H. Delivery, R. Spring, M. Taghizadeh, S. Soleimani, And M. Ali Hasan Maslak. 2014. Comparison of the effects of three forms of selenium (mineral, organic and nano) on the activity of enzyme glutathione peroxidase and serum metabolites in broiler chicks. Sixth Conference of Agricultural Research Findings. The University of Kordestan. P. 33-30. (In Persian)
19. Henry, P. R, and C. B. Ammerman. Selenium bioavailability, 1995. Page 301 in Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino acids, minerals, and vitamins.
20. Jiang, Z.Y., Y. C. Lin, G. L. Zhou, L. H. Luo, S.Q. Jiang, and F. Chen. 2009. Effects of dietary selenomethionine supplementation on growth performance, meat quality and antioxidant property in yellow broilers. Journal Agricalter Food, 57: 9769-9772.
21. Jing, C. L, X. F. Dong, Z. M. Wang, S. Liu, and J. M. Tong. 2015. Comparative study of DL-selenomethionine vs sodium. selenite and selenoyeast on antioxidant activity and selenium status in laying hens. Poultry Science, 94: 965-975.
22. Mikulski, D., J. Jankowski, Z. Zdunczyk, M. Wroblewska, K. Sartowska, and T. Modjeska. 2009. The effect of selenium source on performance, carcass traits, oxidative status of the organism and meat quality of turkeys. Journal of Animal and Feed Sciences, 518–530.

23. Mohamadi, R., F. Farokhi, V. Najati, and R. S. Airs. 2012. Assessment of the amount of hepat ohistopatological and enzymatic changes after chronic lead intoxication in utero and throughout life in rat. Qom Univercity Medicine Science Journal, 7(1):83-90.
24. Mohiti-Asli, M., F. Shariatmadari, H, Lotfollahian, and M. T. Mazuji. 2008. Effects of supplementing layer hen diets with selenium and vitamin E on egg quality, lipid oxidation and fatty acid composition during storage. Canadian journal of animal science, 88(3): 475-483.
25. Nassir, F., C. Moundras, D. Bayle, C. Serougne, E. Gueux, E. Rock, Y. Rayssiguier, and A. Mazur. 1997. Effect of selenium deficiency on hepatic lipid and lipoprotein metabolism in the rat. British Journal of Nutrition, 78:493–500.
26. Nielsen, F., B. B. Mikkelsen, J. B. Nielsen, H. R. Andersen, and P. Grandjean. 1997. Plasma malondialdehyde as biomarker for oxidative stress: Reference interval and effects of life-style factors. Clinical Chemestry, 43:1209–1214.
27. Payne, R. L. and L. L. Southern. 2005. Changes in glutathione peroxidase and tissue selenium concentrations of broilers after consuming a diet adequate in selenium. Journal of poultry science, 84: 1268-1276.
28. Petrovic, V., K. Boldizarova, S. Faix, M. Mellen, H. Arpasova and L. Leng. 2006. Antioxidant and selenium status of laying hens fed with diets supplemented with selenite or Se-yeast. *Journalof Animal and Feed Sci*ence, 15: 435-444.
29. Ramezani, S., A. Riazi, N. Afzali, And M. H. Fathi Nasiri. 2013. The effect of selenium and sodium bicarbonate on blood biochemical traits, performance and carcass characteristics of broiler chicks under thermal stress conditions. Veterinary Journal (Research and Development), No. 9 (In Persian).
30. Ryu, Y. C., M. C. Rhee, K. M. Lee, and B. C. Kim. 2005. Effect of different levels of dietary supplemental selenium on performance, lipid oxidation, and color stability of broiler chiks. Journal of poultry Science, 84:809-15.
31. Scheideler, S., P. Weber, and D. Monsalve D. 2010. Supplemental vitamin E and selenium effects on egg production, egg quality, and egg deposition of α-tocopherol and selenium. Journal of Applied Poultry Research, 19(4): 354-360.
32. Shen, H., C. Yang, J. Liu, and C. Ong. 2000. Dual role of glutathione in seleniteinduced oxidative stress and apoptosis in human hepatoma cells. Free Radical in Biology and Medicine, 28: 1115-1124.
33. Skrivan, M., I. Bubancová, M. Marounek, and G. Dlouhá. 2010. Selenium and alpha-tocopherol content in eggs produced by hens that were fed diets supplemented with selenomethionine, sodium selenite and vitamin E. Czech Journal of Animal Science-UZEI (Czech Republic).
34. Strougne, C., C. Felgines, J. Ftrtzou, T. Hajri, C. Bertin, and A. Mazur. 1995. Hypercholesterolemia induced by cholesterol- or cystine-enriched diets is characterized by different plasma lipoprotein and apolipoprotein concentrations in rats. Journal of Nutrition, 125, 35-41.
35. Surai. P. 2002. Selenium in poultry nutrition 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. World's Poultry Science Journal, 58(3), 333-347.
36. Torres. S.K, V. L. Campos, and C. G. Leon. 2012. Biosynthesis of selenium nanoparticles by Pantoea aggl. omerans and their antioxidant activity. Journal of Nanoparticle Research, 14(11):1236 .
37. Utterbck, P.L., C. M. Parsons, I. Yoon, and J. Butlert. 2005. Effct of supplementing selenium yeast in diets of laying hens on egg selenium content. Poultry Science, 84:1900-1901.
38. Lawyer, R. and M. Bahram. 2010. Effect of Different Levels of Selenium on Metabolic Blood Metabolic and Hemorrhagic Safety in Broiler Chickens. Journal of Veterinary Research, (4) 65: 336-329. (In Persian).
39. Wang, H., J. Zhang, and H. Yu. 2007. Elemental selenium at nano size possesses lower toxicity without compromising the fundamental effect on selenoenzymes: comparison with selenomethionine in mice. Free Radical Biology Medecine, 42(10):1524-1533 .
40. Weiss, S. L., J. K. Evenson, K. M. Thompson, and R. A. Sunde. 1997. Dietary selenium regulation of glutathione peroxidase mRNA and other eleniumdependent parameters in male rats. Journal of Nutrition Biochemestry, 8:85.
41. Xia, M., H. Zhang, C. Hu and Z. Xu. 2005. Effect of nanoselenium on growth performance and antioxidant function of broiler chicken. Nutrimenta Sinica, 27:307-310.
42. Zainli, A., A. Riazi, and H. Kermanshahi. 2009. Effect of Sodium Selenite and Turmeric Powder on Performance, Carcass Quality and Antioxidant Metabolites of Broiler Chickens under Thermal Stress Conditions. Journal of Animal Science Research, (2) 1: 70-85. (In Persian).
43. Zhang, J., X. Wang, and T. Xu. 2008. Elemental selenium at nano size (Nano-Se) as a potential chemopreventive agent with reduced risk of selenium toxicity: comparison with Se-methylselenocysteine in mice. Toxicology Science,101(1):22-31.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 3, Fall 2020, p. 323-335

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹، ص. ۳۳۵-۳۲۳

Effect of Selenium Nanoparticles on Performance, Antioxidant Status, Blood Parameters and Oxidative Stability of Eggs in Laying Hens

A. H. Shafiei [1]- M. Fathi [2] *- T. Tanha [2]
Submitted: 28-02-2019
Accepted: 04-12-2019

Introduction: Selenium is an essential trace element that is indispensable for normal functioning of the body and thus plays a critical role in the maintenance of optimal health. It is known to have important role in a number of biological functions, such as antioxidant defense, immune function, reproduction and thyroid hormone metabolism. Eggs and meat are considered to be good sources of Se in human diet. Egg Se content can easily be manipulated to give increased levels, when organic selenium as selenomethionine is included in layer diets. Recently, Nano-Se which is bright red, highly stable, soluble has attracted widespread attention because nanometer particulates exhibit novel characteristics such as a large surface area, high surface activity, high catalytic efficiency, strong adsorbing ability, high bioavailability and low toxicity. It is also, Selenium concentration of whole eggs, yolks and albumins higher in selenomethionin-fed laying hen than in sodium selenite. Also, research has shown that the addition of organic selenium to the diet of commercial laying hens significantly increases the selenium concentration in egg yolk and egg albumins. Since there is little information about the antioxidant effects of selenium nanoparticles on antioxidant status in laying hens, the main goal of this study was to compare the antioxidant effects of nano-selenium in laying hens and the oxidative stability of eggs during storage in the warehouse was.

Materials and Methods: This experiment was carried out in a completely randomized design with 4 treatments, 4 replicates and 10 birds per experimental unit in a total of 160 laying hens of HY-Line W36 from 30 weeks of age. The experimental diets included: 1- control diet 2- control diet plus 0.2 mg/kg nano selenium 3- control diet plus 0.3 mg/kg selenium 4- control diet plus 0.5 mg/Kg, nano selenium was available to experimental birds for 8 weeks. Performance parameters including, egg percentage, egg weight, feed intake and feed conversion coefficients were calculated for the whole trial period. At the end of the experimental period, blood parameters and yolk metabolites from each experimental unit including: blood serum metabolites and yolk metabolites were also calculated. The blood serum metabolites tested included: determination of malondialdehyde, total cholesterol, total triglyceride, aspartate aminotransferase, alanine transferase and total antioxidant. Egg yolk metabolites were tested to determine the concentration of yolk selenium and yolk fat proxide number. Data from blood metabolites and yolk metabolites were analyzed in a completely randomized design, under the GLM procedure, using statistical software version 1/9 (SAS, 2003). Mean comparison was done using Tukey test at 5% level.

Results and Discussion: The results showed that the addition of nano selenium increased egg production and improved feed conversion ratio. Effects of different levels of nano selenium on serum malondialdehyde, cholesterol, triglyceride, aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase were not significant. Supplementation of diet with 0.5 mg / kg Nano selenium showed the highest selenium in yolk. Serum antioxidant capacity increased curvature by increasing the level of nano selenium up to 0.3 mg/kg feed, but decreased by 0.5 mg/kg feed. Peroxidation of yolk fat was influenced by storage time and experimental treatments, so that levels of 0.2 and 0.3 mg of nano selenium caused a significant decrease in egg malondialdehyde on day one and 15 days after storage. Other biochemical parameters of serum were not significantly affected by experimental treatments.
Selenium has shown to increase the activity of glutathione peroxidase and decrease the sensitivity of yolk to oxidative damage during storage, and selenium, by slowing down the process of carbon dioxide removal from the crust, reduced the weight loss and increased the unit size, thereby reducing egg corruption. Increasing levels of selenium can have

1- Scientific Member of Animal Science, Department of Agriculture, Payam Noor University, Tehran, Iran
2- Assistant Professor of Animal Science, Department of Agriculture, Payam Noor University, Tehran,. Iran.
(*- Corresponding Author Email: fathi_mokhtar@yahoo.com)
DOI:10.22067/ijasr.v12i3.79464

toxic effects on the antioxidant capacity of the body. It has been reported that high nano-selenium levels induce oxidative stress and possibly increase free radicals and increase serum lipids malondialdehyde.

Conclusion: The results of this study indicate that addition of nano selenium up to 0.3 mg / kg can, improved feed conversion ratio and increase egg production egg storage time by increasing the egg yolk selenium level by preventing the peroxidation of the lipids. Nano selenium used in the proposed levels in this study, improved the health of laying hens by increasing the antioxidant capacity of the serum.

Keywords: Antioxidant status, Blood Parameters, Egg Oxidative stability, Laying Hens, Selenium Nanoparticles.